

3004 アルミニウム合金および工業用純アルミニウム圧延板の強度異方性

Strength anisotropy in 3004 aluminum alloy and industrial pure aluminum rolled plates

平岩修太郎¹⁾

指導教員 加藤太郎¹⁾, 古井光明¹⁾, 田中義久²⁾

1) 東京工科大学工学部機械工学科 材料グリーンプロセス研究室

2) 東京工科大学片柳研究所 セラミックス複合材料センター

本研究は、工業用純アルミニウムおよび3004アルミニウム合金の引張試験より、異方性の差を評価した。異方性の有無をランクフォード値として定量的に評価した結果、両方の材料において異方性を確認した。特に、3004アルミニウム合金は工業用純アルミニウムに比べ異方性が強いことが分かった。

キーワード：3004アルミニウム合金、工業用純アルミニウム、強度異方性、ランクフォード値

1. 緒言

アルミニウム合金は軽量で加工が容易であり、耐食性に優れ、磁気の影響を受けないという特徴があり、電気機器、缶、建築部品など多岐にわたる製品に幅広く使用され、需要が年々増加している^{(1), (2)}。一方で、加工集合組織を持つ圧延板は測定する方向によって機械的性質が異なる異方性を生じ、特にアルミニウム缶のボディ材に適用される3004アルミニウム合金では、成形後の缶開口部に耳として現れ、これが大きいと様々な不良を引き起こす。

本研究では、市販の3004アルミニウム合金とその比較材として工業用純アルミニウム1050を用い、その異方性の差をランクフォード値から定量的に評価することを目的としている。それによりアルミニウムの圧延工程の改善提案につなげることを目指す。

2. 実験方法

供試材はAl-Mn系の3004アルミニウム合金および工業用純アルミニウム1050の圧延板である。3004アルミニウム合金のMn含有量および工業用アルミニウム1050の不純物含有量はJISの規格値範囲に収められている。それら2mm厚さの圧延板は、図1に示すように全長90mm、平行部長さ35mm、平行部幅10mmの引張試験片に切り出した。切り出す際には、図2に示すように、圧延方向に

対して平行(0°)・斜め(45°)・垂直(90°)の3つの方向で切り出した。

次に、供試材の異方性を確認するため、引張試験を実施した。引張試験は、クロスヘッド速度0.3mm/min、室温の条件下で実施し、応力とひずみの関係を測定した。

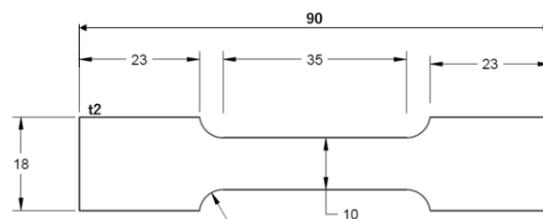


図1 実験に使用した引張試験片

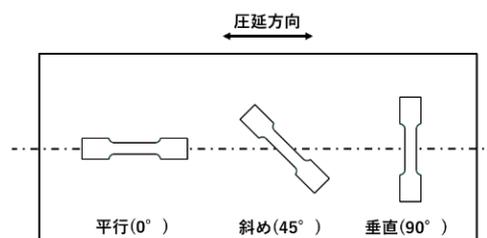


図2 圧延方向に対する引張試験片の切り出し

3. 実験結果および考察

A1050 および A3004 の応力ひずみ曲線を図3、図4にそれぞれ示す。弾性領域の傾きから求めたヤング率はA1050が70GPa、A3004のそれは72

GPa であり, JIS に規定される H 材の規格値とほぼ同等であり, 適正に引張試験が実施できている. 図 3, 図 4 から得られた引張強さと伸びをまとめて表 1 に示す. A1050 と A3004 の両方で 45° 方向の引張強さが最小となり, 伸びが最大になった. また, 0° から 90° にかけて角度が大きくなるにつれ, 引張強さは増加し, 伸びが減少する傾向が見られた.

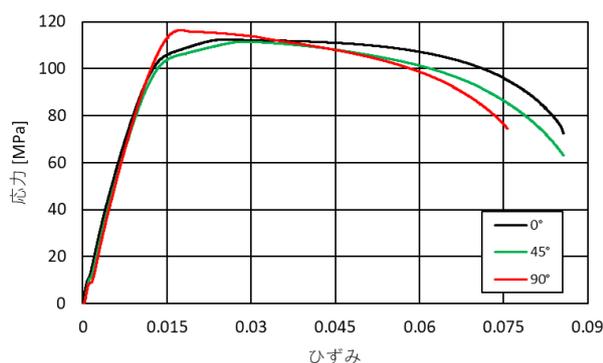


図 3 A1050 の応力-ひずみ線図

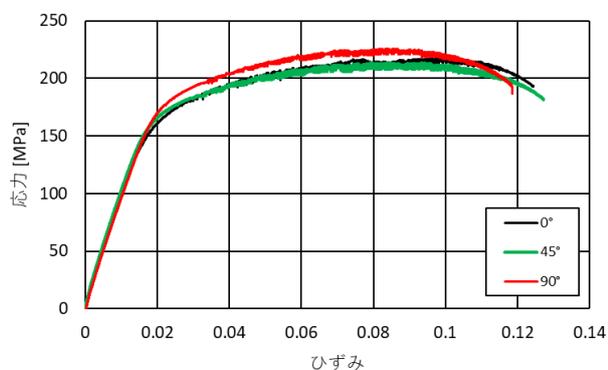


図 4 A3004 の応力-ひずみ線図

表 1 引張強さと伸び

供試材	角度 (°)	引張強さ (MPa)	伸び (%)
A1050	0	111	7.7
	45	109	8.1
	90	116	6.9
A3004	0	212	10.2
	45	211	10.4
	90	218	9.8

材料の異方性を評価する指標として, ランクフォード値 (r 値) がある. r 値が 1 のときは等方性を示し, 1 ではない場合は板厚方向に異方性が存在する. 軸方向ひずみを ϵ_w , 試験前の試験片の長さを l_0 , 幅を w_0 , 試験後の長さを l , 幅を w とした場合の r 値は式(1)として示される⁽³⁾.

$$r = \frac{\epsilon_w}{\ln\left(\frac{lw}{l_0w_0}\right)} \quad (1)$$

また, 0° 方向の r 値を r_0 , 45° 方向を r_{45} , 90° 方向を r_{90} とした場合, 板厚異方性 r_a は式(2)のように表現できる.

$$r_a = \frac{r_0 + r_{90} + 2r_{45}}{4} \quad (2)$$

式(1)から求めた r 値および式(2)から求めた板厚異方性を表 2 に示す. A1050 および A3004 の両方で異方性があり, Mn を溶質元素として含む合金である A3004 の方が工業用純アルミニウム 1050 よりも異方性は強いことが分かった.

表 2 ランクフォード値

材料	r_0	r_{45}	r_{90}	r_a
A1050	0.70	0.65	0.83	0.71
A3004	0.46	0.45	0.49	0.46

4. 結言

本研究では, A1050 および A3004 の引張試験を通じて, 異方性の有無と強度の変化について検証を行った. その結果, 両方の材料において圧延方向に対する強度特性の異方性が確認され, 特に A3004 の異方性が顕著であることが分かった.

参考文献

- (1) 里達雄: アルミニウム大全. 日刊工業新聞社, 2016.
- (2) 吉田明彦: 現場で生かす金属材料シリーズ アルミニウム. 丸善出版株式会社, 2011.
- (3) 三島栄・伊達勇介: 連続鋳造によるアルミニウム材の品質向上に関する研究, 鳥取県産業技術センター研究報告, 第 11 号, (2008), p. 14-18.